

مطالعه روند تغییرات نمایه‌های حدی بارش در استان خوزستان

هدایت‌الله هرمزی، رضا برنا و منیژه ظهوریان

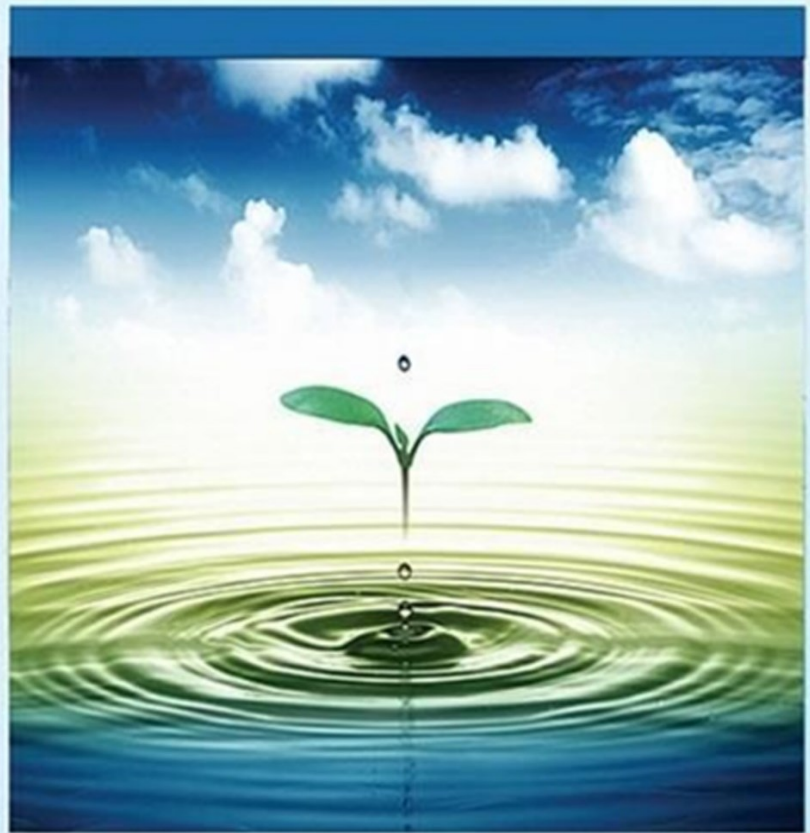
دوره ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۵۰۹-۵۰۱

Vol. 6(4), Winter 2021, 501 – 509

DOI: 10.22034/jewe.2020.235307.1369

Investigation the Trend of Changes in  
Precipitation Extreme Indices in Khuzestan  
Province

Hormozi H., Borna R. and Zohourian M.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

هرمزی ه.، برنا ر. و ظهوریان م. (۱۳۹۹). مطالعه روند تغییرات نمایه‌های حدی بارش در استان خوزستان. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۴، صفحات: ۵۰۹-۵۰۱.

**Citing this paper:** Hormozi H., Borna R. and Zohourian M. (2021). Investigation the trend of changes in precipitation extreme indices in Khuzestan Province. Environ. Water Eng., 6(4), 501-509. DOI: 10.22034/jewe.2020.235307.1369.

## مطالعه روند تغییرات نمایه‌های حدی بارش در استان خوزستان

هدایت‌الله هرمزی<sup>۱</sup>، رضا برنا<sup>۲\*</sup> و منیژه ظهوریان<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

<sup>۳</sup> استادیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

\* نویسنده مسئول: [bornareza@iauhvaz.ac.ir](mailto:bornareza@iauhvaz.ac.ir)

### یادداشت فنی

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۹/۰۶/۲۴]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۹/۰۶/۲۳]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۳/۲۶]

### چکیده

در این پژوهش با هدف بررسی روند تغییرات بارش در استان خوزستان از داده‌های روزانه، ماهانه و سالانه داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب برای یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۶) استفاده شد. جهت بررسی روند تغییرات بارش، شاخص‌های مربوط به بارش که توسط گروه کارشناسی ETCCDMI تعریف شده، با نرم‌افزار RCLimDex برآورد شد. در ادامه روند صعودی و نزولی تغییرات مقادیر حدی بارش با استفاده از روش آزمون نا پارامتری من-کندال مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به منظور تعیین آهنگ تغییرات بارش از روش تخمین گر شیب سن استفاده شد. نتایج نشان داد همه شاخص‌های مرتبط با بارش (به جز تعداد روزهای با بارندگی بیش‌تر از ۲۵ mm و روزهای خیلی مرطوب) دارای تغییرات معنی‌دار در سطح ۵٪ بودند. از نظر ایستگاهی، ایستگاه دزفول با ۲۶/۴۱٪ بیش‌ترین میزان کاهش بارش و ایستگاه شوشتر با ۳/۶۴٪ کم‌ترین میزان کاهش بارش را داشته است. ایستگاه بهبهان نیز ۱۴/۸۷٪ افزایش بارش داشته است.

**واژه‌های کلیدی:** بارش؛ جنوب غرب ایران؛ روند؛ من-کندال.

## ۱- مقدمه

در پژوهشی که روند بارندگی ماهانه در بازه زمانی (۲۰۱۳-۱۹۸۴) با استفاده از روش من - کندال و تخمین گر شیب سن مورد مطالعه قرار گرفت، دریافتند برای ماه‌های مارس، آوریل، ژوئن، جولای، سپتامبر، اکتبر، نوامبر و دسامبر روند افزایشی و برای ماه‌های ژانویه، فوریه، مه و اوت روند منفی مشاهده گردید. نتیجه تحلیل بارندگی نشان داد الگوی موسمی در حوضه رودخانه واما نا پورام<sup>۱</sup> در هند حاکم است. میزان کاهش باران به مقدار  $1/53 \text{ mm}$  و میزان کاهش تخلیه رودخانه  $1/51 \text{ m}^3/\text{s}$  را نشان داده است (John and Brema, 2018). تحلیل روند بارندگی فصلی طی دوره (۲۰۱۳-۱۹۹۳) استان هونان در جنوب چین مشخص ساخت در زمستان و تابستان روند افزایشی و معنی دار و در بهار و پاییز روند کاهشی است (Qian et al. 2019).

Kocsis et al. (2020) در پژوهشی به بررسی آزمون‌های همگن‌سازی و تحلیل ناپارامتری سری‌های زمانی بارش در منطقه کزتلی<sup>۲</sup> در غرب مجارستان پرداختند. آن‌ها روند کاهشی به میزان  $0/2$  تا  $0/7 \text{ mm}$  در سال را با استفاده از آزمون من - کندال مشاهده کردند. نتایج نشان داد بارش‌های فصلی بهار و زمستان روند کاهشی و منفی دارد. آن‌ها نتیجه گرفتند آزمایش‌های همگن‌سازی جهت جلوگیری از تشخیص روند کاذب از اهمیت زیادی برخوردار هستند. استان خوزستان جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد کشور از نظر کشاورزی، صنعت و گردشگری ایفا می‌نماید. به همین دلیل آشکارسازی روند تغییرات بارش در این منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا عدم توجه به این چالش محیطی مهم، در آینده می‌تواند سیاست‌گذاران و مردم محلی منطقه را با مشکلات اساسی محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی مواجه نماید. در پژوهش حاضر به بررسی جامع شاخص‌های حدی بارش مطابق استاندارد تعریف شده CCL/CLIVAR<sup>۳</sup> به منظور آشکارسازی روند تغییرات بارش در استان خوزستان پرداخته شد.

گرمایش جهانی سبب تغییرات بسیار ناپایداری در پارامترهای اقلیمی مانند تغییرات در الگوی بارندگی و تناوب و شدت تغییرات آب و هوایی شده است (Ferrianta et al. 2015). تغییر در عناصر اقلیمی به ویژه دما و بارش از مهم‌ترین نشانه‌های تغییر اقلیم به شمار می‌آید (Nasrabadi 2015). مقدار، توزیع و تغییرات زمانی و مکانی دما و بارش از عوامل اساسی برای تصمیم‌گیری، مدیریت، برنامه‌ریزی و طراحی به‌ویژه در مناطقی همچون کشور ایران است که به لحاظ جغرافیایی در نوار عرضی  $28^\circ$  تا  $48^\circ$  شمالی قرار دارد و دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است (Darabi et al. 2016).

بررسی روند رویدادهای اقلیمی حدی (بارش و دما) در شمال شرق ایران نشان داد روند کاهشی و منفی بارش در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود داشته است (Kouzegarani and Mousavi Baygi 2015). نتایج بررسی روند تغییرات بارش و دمای شمال غرب کشور در نیم‌قرن اخیر نشان داد که دما در مقیاس ماهانه در اکثر ماه‌ها دارای روند افزایشی است. ماه‌های اردیبهشت و مهر بیش‌ترین تعداد ایستگاه، با روند افزایشی معنی‌دار دما را به خود اختصاص دادند. سری‌های ماهانه بارش، با روند کاهشی مواجه بوده‌اند. فصل‌های تابستان، زمستان و پاییز به ترتیب بیش‌ترین افزایش دما و فصل‌های بهار و زمستان نیز بیش‌ترین آهنگ کاهش بارندگی را نشان داد (Amirrezaei et al. 2016). در پژوهشی گزارش شد که منطقه پربارش زاگرس مرتفع در الگوی ماهانه و سالانه، با بیش‌ترین تغییرات کاهش بارش برای آینده مواجه خواهد شد. طوری که در دوره (۲۰۵۵-۲۰۲۰) در الگوی سالانه، مقدار بارش تا  $54 \text{ mm}$  معادل  $20/1\%$  کاهش نشان خواهد داد. تغییرات مکانی شدید در مقدار بارش فصلی در مناطق پر بارش جنوب غرب ایران بیش‌تر از نواحی دیگر خواهد بود. از نظر مکانی، کانون نواحی پر بارش در منطقه زاگرس کوچک‌تر شده و به عرض‌های بالاتر جابجا خواهد شد و بر گستره مناطق و پهنه‌های با بارش کم‌تر افزوده خواهد شد (Ahmadi et al. 2019).

<sup>3</sup>CCL: Commission for Climatology CLIVAR: Climate Variability and Predictability

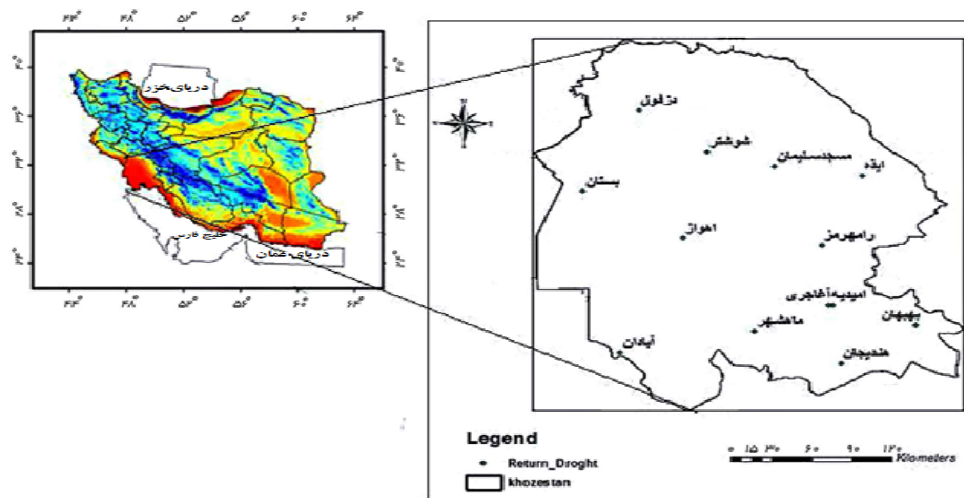
<sup>1</sup>Vamanapuram  
<sup>2</sup>Keszthely

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه و گردآوری داده‌ها

جنوب با خلیج فارس و از غرب با کشور عراق هم‌مرز است. متوسط بارندگی در خوزستان  $265/5 \text{ mm/y}$  می‌باشد. نواحی غرب، جنوب غرب و جنوبی استان تحت تأثیر اقلیم فرا خشک و گرم بوده و مناطق مرکزی، جنوب شرقی و شمال غربی متأثر از اقلیم خشک بیابانی گرم می‌باشد. این دو اقلیم بخش اعظم استان را فرامی‌گیرد. نواحی شرقی، شمال و بخش وسیعی از شمال شرقی دارای اقلیم خشک گرم و نیمه‌خشک معتدل هستند. در این پژوهش از داده‌های روزانه، ماهانه و سالانه بارش در ۱۲ ایستگاه سینوپتیک در محدوده مطالعاتی در بازه زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۷ استفاده شد.

استان خوزستان بین طول‌های  $47^{\circ} 41'$  تا  $50^{\circ} 39'$  شرقی و  $29^{\circ} 58'$  تا  $33^{\circ} 4'$  عرض شمالی از خط استوا، در جنوب غرب ایران واقع شده است (شکل ۱). خوزستان با وسعت  $64000 \text{ km}^2$  وسیع‌ترین استان در نیمه غربی کشور (۴٪ از مساحت کل کشور) است. این استان از شمال و شمال غربی با استان‌های لرستان و ایلام، از شمال شرقی و شرق با استان‌های چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویر احمد، از



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک

Fig. 1 The study area and location of synoptic stations

پارامترهای بارندگی، دمای حداقل و حداکثر، تابش خورشیدی، رطوبت هوا و سرعت باد را در مقیاس روزانه برای منطقه مورد مطالعه تولید می‌کند. کنترل کیفی و همگن‌سازی داده‌ها با استفاده از بخش کنترل کیفی نرم‌افزار RclimDex انجام شد. این برنامه توسط بخش تحقیقات اقلیمی هواشناسی کانادا در محیط  $R1.84$  تهیه شده که منوط به نصب و راه‌اندازی زبان برنامه‌نویسی R می‌باشد. در این نرم‌افزار قبل از محاسبه شاخص‌ها، داده‌ها توسط نرم‌افزار کنترل کیفی شده و اطلاعات نادرست مانند بارندگی منفی و یا بزرگ‌تر یا مساوی بودن دمای حداقل از حداکثر چک

### ۲-۲- بازسازی و کنترل کیفی داده‌ها

به‌منظور تحلیل روند تغییرات بارش، از شاخص‌های معرفی شده توسط مرکز بین‌المللی ETCCDMI استفاده شد (جدول ۱). ابتدا ایستگاه‌های سینوپتیک محدوده مطالعاتی بررسی و از میان آن‌ها، ایستگاه‌هایی که طول دوره آماری ثبت داده‌های آن‌ها بیش‌تر یا نزدیک ۳۰ سال بود انتخاب شدند. بازسازی داده‌های مفقودشده با برنامه  $\text{ClimGen}^2$  انجام شد. این برنامه برای تولید داده‌های آب و هوایی مصنوعی متناسب با داده‌های تاریخی، طراحی شده است که قابل استفاده در سراسر جهان است. مدل  $\text{ClimGen}$

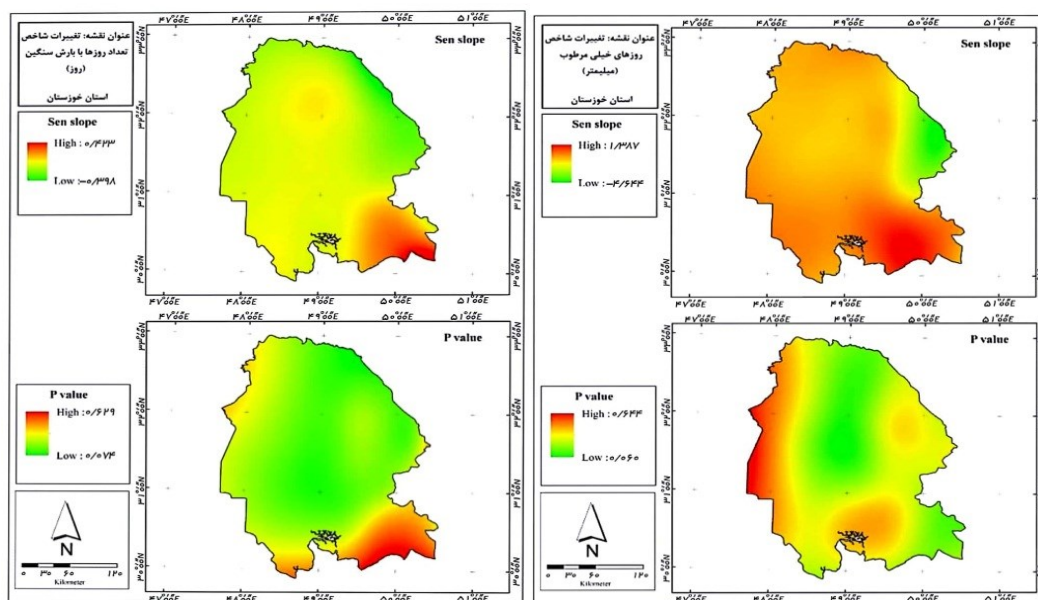
<sup>2</sup>Climate Genomics

<sup>1</sup>Expert Team on Climate Change Detection and Indices

شده و داده‌های پرت بررسی می‌شود. همچنین به منظور نمایش گرافیکی تغییرات مکانی شاخص‌های حدی بارش و نمایش داده‌ها از حالت نقطه‌ای به سطحی، اقدام به تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی در محیط ArcGIS ۱۰.۵ شد (شکل ۲).

جدول ۱- شاخص‌های حدی بارش توصیه شده توسط گروه کارشناسی CCL/CLIVAR  
Table 2 Precipitation indices recommended by expert group CCL/ CLIVAR

Units	Definition	Index
mm	حداکثر بارندگی ۱ روزه	Rx1day
mm	حداکثر بارش پنج روزه، میزان بارش ماهانه پنج روز متوالی	Rx5day
mm/day	نمایه ساده شدت روزانه، بارندگی کل سالانه تقسیم بر تعداد روزهای مرطوب	SDII
day	روزهای با بارش سنگین، یعنی تعداد روزهای با مقدار بارش روزانه مساوی یا بیشتر از ۱۰ mm	R10mm
day	روزهای با بارش خیلی سنگین، تعداد روزهای با مقدار بارش روزانه مساوی یا بیشتر از ۲۰ mm	R20mm
day	روزهای با بارش خیلی سنگین، تعداد روزهای با مقدار بارش روزانه مساوی یا بیشتر از ۲۵ mm	R25mm
day	روزهای خشک متوالی، بیشترین تعداد روزهای خشک متوالی با بارندگی کمتر از ۱ mm	CDD
day	روزهای تر، بیشترین تعداد روزهای متوالی با بارندگی بیشتر از ۱ mm	CWD
mm	روزهای خیلی تر، بارندگی کل سالانه هنگامی که بیشتر از صدک ۹۵	R95p
mm	روزهای بیش از اندازه تر، بارندگی کل سالانه هنگامی که بیشتر از صدک ۹۹	R99p
mm	مقدار سالانه بارش در روزهای تر، بارندگی بیشتر از ۱ mm	PRCPTOT



شکل ۲- پهنه‌بندی تغییرات مقدار و سطح معنی‌داری شاخص‌های مرتبط با بارش

Fig. 2 Zoning of changes in the amount and significance level of precipitation indices

مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربرد این آزمون شناسایی هرگونه روند معنادار در سری زمانی داده‌های مورد بررسی، می‌باشد. با استفاده از این روش تغییرات داده‌ها شناسایی،

## ۲-۳- آزمون من - کندال (MK)

آزمون من - کندال<sup>۱</sup>، آزمون غیر پارامتریک روندیابی است که در مطالعات اقلیم‌شناسی و هیدرولوژی بسیار

<sup>۱</sup>Mann-Kendall

به سطح معنی‌داری ۹۵٪ اگر  $|Z_m| > 1.96$  باشد، فرض صفر رد شده و سری زمانی پارامتر مورد مطالعه دارای روند معنی‌دار و در غیر این صورت فاقد روند ارزیابی می‌شود (Sabziparvar and Shadmani, 2011).

به منظور بررسی معناداری روند در این مطالعه از آماره P-Value استفاده شد که با توجه به در نظر گرفتن میزان خطا  $(\alpha) 5\%$ ، چنانچه مقدار آماره P-Value از مقدار  $\alpha$  کم‌تر شد، فرض  $H_0$  آزمون من - کندال که مبنی بر عدم وجود روند در سری زمانی است، رد و فرض مقابل آن یعنی وجود روند پذیرفته می‌شد. سپس تغییرات زمانی روند شاخص‌ها در سطح محدوده مطالعاتی، مورد بررسی قرار گرفت.

### ۲-۴- شیب خط روند با روش تخمین گر سن

در آزمون من - کندال شیب خط روند سری داده‌ها با روش تخمین گر سن از رابطه ناپارامتری (۷) محاسبه می‌شود.

$$\beta = \text{Median} \left[ \frac{X_j - X_i}{j - i} \right] (\forall j > i) \quad (7)$$

که،  $\beta$  تخمین گر شیب خط روند و  $X_j$  و  $X_i$  به ترتیب مقادیر مشاهداتی  $i$  ام و  $j$  ام می‌باشند. مقادیر مثبت (منفی)  $\beta$  نشان‌دهنده روند افزایشی (کاهشی) در سری داده‌ها است (Amairreezaeieh et al. 2016).

### ۳- یافته‌ها و بحث

#### ۳-۱- پهنه‌بندی شاخص‌های حدی بارش

پهنه‌بندی شاخص‌های حدی بارش مطابق شکل (۲) انجام شد. در مناطقی که مقدار P-Value کم‌تر از ۰/۰۵ است، نشان می‌دهد آن سطوح دارای تغییرات معنی‌دار است. بر این اساس، در مورد حداکثر بارندگی ۱ روزه، شرق استان خوزستان دارای تغییرات معنی‌دار می‌باشد. در مورد حداکثر بارندگی ۵ روزه، تعداد روزهای با بارش خیلی سنگین، روزهای متوالی خشک،

نوع و زمان آن مشخص می‌گردد (Jahanbakhsh et al. 2014). این آزمون در سال ۱۹۸۸ به وسیله سازمان جهانی هواشناسی پیشنهاد شد و در بررسی معناداری روند سری‌های اقلیمی در موارد مختلف استفاده شد. در این آزمون فرض صفر ( $H_0$ ) و فرض مقابل ( $H_1$ ) به ترتیب معادل بدون روند و وجود روند در سری زمانی داده‌های مشاهده‌ای است. مقادیر آماره من - کندال به صورت رابطه (۱) تعیین می‌شود (Sneyers 1990).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1)$$

که،  $x_j$  مقدار داده  $j$  ام و  $\text{sgn}(\theta)$  تابع علامت می‌باشد که به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود:

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

بازای  $n \geq 8$  آماره  $S$  دارای توزیع نرمال بوده و میانگین و واریانس آن از روابط (۳) و (۴) به دست می‌آید.

$$E(S) = 0 \quad (3)$$

$$\text{var}(S) = \frac{n - (n-1)(2n+5) - \beta}{18} \quad (4)$$

که،  $\beta$  عاملی مربوط به تصحیح پراکندگی است و در صورتی که داده‌های تکراری در سری مورد بررسی وجود داشته باشد از رابطه (۵) محاسبه شده و در واریانس اعمال می‌شود.

$$\beta = \sum_{t=1}^m t_i(t_i - 1)(2t_i - 5) \quad (5)$$

که،  $t_i$  تعداد داده‌های یکسان در دسته  $i$  ام می‌باشد. آماره آزمون MK یا  $Z$  با استفاده از رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (6)$$

مقدار منفی آماره آزمون، بیانگر روند کاهشی و مقدار مثبت آن، نشان‌دهنده روند افزایشی در سری داده‌ها است. با توجه

<sup>1</sup>Sen Slope Estimator

روزهای متوالی تر، روزهای مرطوب، روزهای خیلی مرطوب و مقدار سالانه بارندگی روزهای مرطوب بیش تر سطح محدوده مطالعاتی به جز غرب استان خوزستان تغییرات معنی دار می باشد. در مورد شاخص شدت روزانه، شمال و نیز بخش هایی از جنوب استان دارای روند تغییرات معنی دار است. در مورد تعداد روزهای بارش سنگین بخشی از جنوب شرق استان روند تغییرات معنی دار است. به دلیل محدودیت فضا، نقشه پهنه بندی دو شاخص در شکل (۲) آورده شده است. بر اساس نتایج، در بیش تر

سطح محدوده مطالعاتی، روند تغییرات معنادار است. بیش ترین میزان کاهش بارش در شمال استان مربوط به ایستگاه دزفول با ۲۶/۴۱٪، در جنوب استان ایستگاه آبادان با ۲۶/۲۰٪، در مرکز استان ایستگاه اهواز با ۲۲/۱۱٪، در شرق استان ایستگاه رامهرمز با ۲۱/۲۳٪ و در غرب استان ایستگاه بستان با ۱۰/۱۰٪ نشان داده است. مقایسه پرباران ترین و کم باران ترین سالها نشان می دهد که دامنه نوسانات بارش از سالی به سال دیگر بسیار زیاد است و توزیع زمانی بارش در ایستگاه های مختلف متفاوت است.

جدول ۲- نتایج آزمون روند برای شاخص های مرتبط با بارندگی

Table 3 The results of the trend test for the indicators related to precipitation

R10mm			SDII			Rx5 day			Rx1 day			Station
Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	
0.25	-0.05	-0.06	0.16	-0.05	-0.07	0.50	-0.32	-0.21	0.62	-0.29	-0.14	Abadan
0.04	-0.07	-2.14	0.76	-0.95	0.02	0.31	-0.44	-0.45	0.77	-0.41	-0.12	Ahvaz
0.42	0.08	0.07	0.01	0.98	3.25	0.14	0.56	0.86	0.12	0.80	0.79	Behbahan
0.10	0.03	0.04	0.01	0.82	3.15	0.20	0.11	0.15	0.66	-0.02	-0.01	Bostan
0.11	-0.25	-0.45	0.95	0.20	0.01	0.33	-2.94	-3.00	0.82	-1.71	-0.45	Dehdez
0.00	-0.07	-2.26	0.42	-0.04	-0.04	0.01	-0.54	-1.98	0.09	-0.36	-0.63	Dezful
0.14	-0.15	-0.22	0.87	-0.06	-0.01	0.20	-0.89	-1.18	0.79	-0.47	-0.13	Izeh
0.48	-0.07	-0.05	0.28	0.05	0.05	0.35	-0.50	-0.48	0.16	-0.35	-0.50	Mahshar
0.01	-0.07	-2.20	0.23	-0.04	-0.05	0.01	-0.72	-1.89	0.02	-0.46	-1.97	Masjedsoliman
0.03	-0.06	-2.13	0.94	-0.06	0.00	0.10	-0.52	-0.87	0.15	-0.46	-0.69	Omidieh
0.00	-0.06	-2.21	0.07	-0.05	-0.09	0.01	-0.78	-2.65	0.02	-0.55	-1.98	Ramhormoz
0.16	-0.07	-0.10	0.07	0.03	0.06	0.43	-0.56	-0.44	0.89	-0.44	-0.06	Shushtar
CWD			CDD			R25mm			R20mm			Station
Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	
0.20	-0.02	-0.02	0.86	-1.13	-0.20	0.99	0.04	0.00	0.39	-0.03	-0.03	Abadan
0.06	-0.02	-0.04	0.42	0.82	0.68	0.61	0.00	0.00	1.00	-0.05	0.13	Ahvaz
0.24	-0.02	-0.03	0.30	0.63	0.67	0.69	0.00	0.00	<b>0.03</b>	0.75	0.10	Behbahan
<b>0.10</b>	1.31	2.13	<b>0.01</b>	-2.33	-3.02	0.87	0.00	0.00	<b>0.01</b>	-0.40	-3.34	Bostan
0.63	0.11	0.06	0.25	-2.29	-2.76	0.19	-0.02	-0.03	0.65	-0.27	-0.13	Dehdez
0.07	-0.02	-1.74	0.63	0.78	0.38	0.61	-0.01	0.00	0.00	-1.04	-3.12	Dezful
0.12	-0.04	-0.06	0.28	1.44	1.60	0.89	0.06	0.00	0.35	-0.40	-0.09	Izeh
0.09	-0.02	-0.04	0.26	0.97	1.11	0.40	0.00	0.00	0.84	-0.24	-0.01	Mahshar
0.07	-0.02	-0.04	0.63	-0.53	-0.26	0.38	0.00	0.00	<b>0.01</b>	-0.04	-2.11	Masjedsoliman
<b>0.03</b>	-0.03	-2.06	0.37	0.74	0.67	0.49	-0.01	0.00	0.30	-0.13	-0.03	Omidieh
0.47	-0.02	-0.01	0.15	1.19	1.76	0.51	-0.03	0.00	<b>0.04</b>	-0.05	-2.10	Ramhormoz
0.13	-0.03	-0.84	0.18	1.13	1.56	0.34	0.00	0.00	0.83	-0.04	0.01	Shushtar
PRCPTOT			R99p			R95p						Station
Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	Pv	SS	MK	
0.26	-1.30	-1.50	0.98	0.39	0.01	0.79	-0.88	-0.24				Abadan
0.10	-1.79	-3.04	0.47	-0.94	-0.69	0.63	-1.46	-0.71				Ahvaz
0.31	-2.11	2.17	0.09	0.69	1.23	<b>0.01</b>	1.31	3.01				Behbahan
<b>0.00</b>	-6.84	-4.78	0.67	1.63	1.98	<b>0.01</b>	3.63	3.36				Bostan
<b>0.01</b>	-3.44	-4.05	0.61	-6.24	3.32	0.95	1.51	0.67				Dehdez
<b>0.00</b>	-2.04	-8.46	0.33	-0.72	-0.72	0.19	-1.25	-1.67				Dezful
0.18	-4.80	-6.55	0.74	-1.24	-0.42	0.71	-1.16	-0.83				Izeh
0.10	-1.62	-2.73	0.46	-0.54	-0.41	0.15	-1.00	-1.49				Mahshar
<b>0.00</b>	-2.26	-7.63	0.06	-0.93	-1.82	<b>0.01</b>	-2.55	-3.07				Masjedsoliman
<b>0.01</b>	-2.63	-4.21	0.92	0.71	0.07	0.14	-1.23	-1.87				Omidieh
<b>0.01</b>	-2.18	-6.24	0.08	-0.84	-1.50	<b>0.02</b>	-1.24	-3.14				Ramhormoz
<b>0.01</b>	-1.97	-2.60	0.64	-0.83	-0.39	0.83	0.95	0.21				Shushtar



## ۳-۲- محاسبه روند

نتایج آزمون روند برای شاخص‌های مرتبط با بارش در ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه در جدول (۲) نشان داده شده است. مقادیر آزمون من-کندال و شیب سن برای اکثر ایستگاه‌ها و شاخص‌های بارش دارای روند منفی و کاهشی می‌باشد. کلیه شاخص‌های مرتبط با بارش (به جز تعداد روزهای بارندگی بیش-تر از ۲۵ mm و روزهای خیلی مرطوب) دارای تغییرات معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند. در مقیاس ایستگاهی نتایج نشان داد، در کلیه ایستگاه‌ها شاخص‌های بارش دارای روند کاهشی و منفی می‌باشند.

در بررسی شاخص حداکثر بارش ۱ روزه (RX1day)، ایستگاه‌های مسجدسلیمان و رامهرمز روند کاهشی معناداری دارند. حداکثر بارش ۵ روزه (RX5day)، در ایستگاه‌های دزفول، مسجدسلیمان و رامهرمز روند کاهشی معنادار می‌باشد. شاخص شدت روزانه (SDII)، ایستگاه‌های بستان و بهبهان دارای روند کاهشی معنادار است. تعداد روزهای بارش سنگین (R10mm)، ایستگاه‌های اهواز، دزفول، مسجدسلیمان، امیدیه و رامهرمز دارای روند کاهشی معنادار می‌باشد. تعداد روزهای بارش خیلی سنگین (R20mm)، ایستگاه‌های بهبهان، بستان، دزفول، مسجدسلیمان و رامهرمز دارای روند تغییرات معنادار می‌باشند. روزهای متوالی خشک (CDD)، تنها ایستگاه بستان دارای روند کاهشی معنادار است. روزهای متوالی تر (CWD)، در ایستگاه‌های بستان و امیدیه روند کاهشی معنادار مشاهده گردید. روزهای مرطوب (R95P)، در ایستگاه‌های بهبهان، بستان، مسجدسلیمان و رامهرمز روند کاهشی معنادار مشاهده گردید. شاخص مقدار سالانه بارندگی روزهای مرطوب (PRCPTOT)، این شاخص نشان می‌دهد که مقدار آن دارای نوسان بوده و از سالی به سال

دیگر متفاوت می‌باشد و در اکثر ایستگاه‌ها این شاخص روند منفی داشته و میزان کاهش بارش در منطقه محسوس است. ایستگاه‌های بستان، دزفول، مسجدسلیمان، امیدیه، رامهرمز و شوشتر این روند کاهش معنادار می‌باشد. نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج پژوهش‌گرانی نظیر Kouzegaran and Mousavi Baygi (2015) و John and Amirrezaeieh et al. (2016) و Ahmadi et al. (2019) و Brema (2018) و Kocsis et al. (2020) همسو می‌باشد.

## ۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه روند تغییرات بارش در استان خوزستان در دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۸۷ در مقیاس زمانی روزانه، ماهانه و سالانه با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال بررسی و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار تغییرات بارش با استفاده از آزمون تخمین‌گر شیب سن به‌دست آمد. مهم‌ترین یافته‌های این مطالعه عبارت‌اند از:

- ۱- روند کاهشی و منفی بارش در طول دوره آماری ثبت شد. به‌طوری‌که در بیش‌تر مناطق روند تغییرات معنادار و نزولی مشاهده شد.
- ۲- بیش‌ترین و کم‌ترین میزان کاهش بارش به-ترتیب مربوط به ایستگاه دزفول با ۲۶/۴۱٪ و ایستگاه شوشتر با ۳/۶۴٪ می‌باشد. همچنین ایستگاه بهبهان در طول دوره آماری به‌میزان ۱۴/۱۸۷٪ افزایش بارش داشته است.
- ۳- همه شاخص‌های مرتبط با بارندگی (به‌جز تعداد روزهای بارندگی بیش‌تر از ۲۵ mm و روزهای خیلی مرطوب) دارای تغییرات معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.
- ۴- مناطق شمالی، مرکزی و شرقی استان به-ترتیب با ۲۶/۴۱، ۲۲/۱۱ و ۲۱/۲۳٪ بیش‌ترین میزان کاهش بارش را داشته‌اند



## References

- Ahmadi H., Fallah Ghalhari G. and Baaghdeh M. (2019). Projection of Climate Change Impacts on Seasonal Precipitation in Iranian Cold Regions Based on Radiative Forcing Scenarios (RCP). *J. Earth Spa Phys.*, 45(1), 177-196 [In Persian].
- Amirrezaeieh A., Porhemmat J. and Ahmadi F. (2016). Investigation of precipitation and temperature trend across the north west of Iran in recent half of the century. *J. Irrig. Drain.*, 10(6), 797-809 [In Persian].
- Darabi H., Jafari A. and akhavan farshchi K. (2016). Climate change analysis and its impacts in Qom Province. *Iran. J. Environ. Sci. Studies*, 1(2), 25-40 [In Persian].
- Ferrianta Y., Fauzi Makki M. and Supijanto R. (2015). Risk analysis and strategy of rice farmers in swampland in the face of climate change impact (Case in Sout Kalimantan Province Indonesia). *J. Agri. Manag. Develop.* 5(2), 133-139.
- Jahanbakhsh S., Khorshiddoost A. M., Din Pazhooh Y. and Sarafroozeh F. (2014). Rend analysis and estimating return periods of extreme temperature and precipitation in Tabriz, *J. Geogr. Plan.*, 50(18), 107-133 [In Persian].
- John S. and Brema J. (2018). Rainfall trend analysis by Mann-Kendall test for Vamanapuram River Basin, Kerala. *J. Civil Eng. Tech.*, 9(13), 1549-1556.
- Kocsis T., Kovacs I. and Anda A. (2020). Homogeneity tests and non-parametric analyses of tendencies in precipitation time series in Keszthely, Western Hungary. *Theo. Appl. Climat.*, 139, 849-859.
- Kouzegaran S. and Mousavi Baygi M. (2015). Investigation of meteorological extreme events in the north-east of Iran. *J. Water Soil*, 29(3), 750-764 [In Persian].
- Nasrabadi E. (2015). Analysis of trends monthly and annual climate parameter of Sabzevar. *Appl. Climat.*, 2(1), 105-118 [In Persian].
- Qian H., Xingu Ang H., Xi-An L. and Xiping Z. (2019). Trend analysis of seasonal precipitation (1960-2013) in subregions of Hunan Province, central south China using discrete wavelet transforms. *J. Appl. Meteo. Climat.*, 58(10), 2159-2175.
- Sabziparvar A. A. and Shadmani M. (2011). Trends analysis of reference evapotranspiration rates by using the Mann-Kendall and spearman tests in arid regions of Iran. *J. Water Soil*, 25(4), 823-834 [In Persian].
- Sneyers R. (1990). On the statistical analysis of series of observations. World Meteorological Organization (WMO). Technical note No.143, Geneva: 192 pp.

## Investigation the Trend of Changes in Precipitation Extreme Indices in Khuzestan Province

Hedayat Allah Hormozi<sup>1</sup>, Reza Borna<sup>2\*</sup> and Manijeh Zohourian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph. D. Scholar, Department of Geography, Faculty of Humanities, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup>Assoc. Professor, Department of Geography, Faculty of Humanities, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup>Assist. Professor, Department of Geography, Faculty of Humanities, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

\*Corresponding author: [bornareza@iauahvaz.ac.ir](mailto:bornareza@iauahvaz.ac.ir)

### Technical Note

Received: June 15, 2020

Revised: September 13, 2020

Accepted: September 14, 2020

### Abstract

In this study, in order to investigate the trend of precipitation changes in Khuzestan Province, the data used were daily, monthly and annual data of precipitation of selected synoptic stations for a statistical period of 30 years (1987-2016). To study the trend of precipitation changes, precipitation-related indices defined by the ETCCDMI expert group were estimated using RCLimDex software. Then, the ascending and descending trend of changes in precipitation limit values was investigated using Mann-Kendall non-parametric test method. The age slope estimator method was also used to determine the rate of precipitation change. The results showed that all precipitation-related indicators (except for the number of days with more than 25 mm and very wet days) had significant changes at the level of 5%. In terms of stations, Dezful station with 26.41% had the highest rainfall and Shushtar station with 3.64% had the lowest rainfall. Behbahan station also had a 14.87% increase in rainfall.

**Keywords:** Mann-Kendall; Precipitation; Southwestern Iran; Trend.